

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-347807

(43)Date of publication of application : 21.12.1999

(51)Int.Cl. B23B 27/14  
B23B 1/00  
B23C 5/20

(21)Application number : 10-172165

(71)Applicant : OSAKA DIAMOND IND CO LTD

(22)Date of filing : 03.06.1998

(72)Inventor : OBATA KAZUSHI

HARA AKIO

YOSHINAGA SANEKI

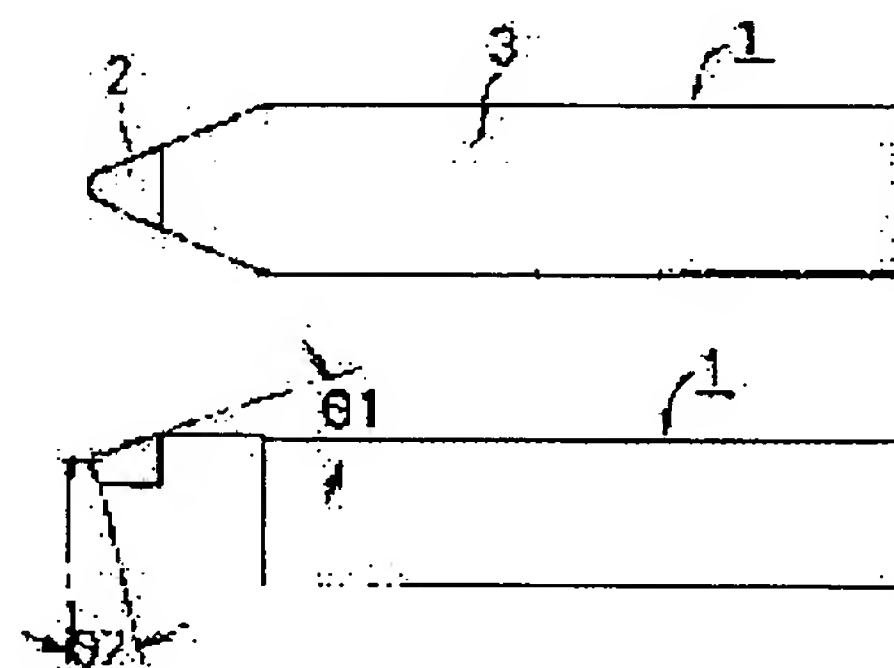
SHIMAOKA HIROYUKI

## (54) CUTTING TOOL AND CUTTING METHOD FOR DUCTILE CUTTING-RESISTANT MATERIAL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cut a ductile cutting-resistant material made of a composite material used for an automobile component efficiently with high precision by setting the rake face of an edge section made of a single crystal diamond negative so that the rake angle becomes a specific negative angle range, and fixing the edge section to a tool main body.

SOLUTION: When an edge section 2 is formed with a single crystal diamond, the rake angle of the rake face of the edge section is set largely negative in the range from  $-25^{\circ}$  to  $-60^{\circ}$  contrary to the conventional positive angle. If the rake angle  $\theta 1$  is set to the range from  $-25^{\circ}$  to  $-60^{\circ}$  in the edge section 2 formed with an artificial single crystal diamond brazed to the steel shank 3 of a straight knife cutting tool 1, for example, the breakage of a cutting edge does not occur, the abrasion of a flank is reduced, no crater abrasion occurs, and the cutting edge has excellent cutting quality and a long life. A ductile cutting-resistant material such as high-silicon aluminum or MMC can be cut efficiently with high accuracy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-07359

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 18.05.2000

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-347807

(43) 公開日 平成11年(1999)12月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 2 3 B 27/14

B 2 3 B 27/14

C

1/00

1/00

Z

B 2 3 C 5/20

B 2 3 C 5/20

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-172165

(22) 出願日

平成10年(1998)6月3日

(71) 出願人 000205339

大阪ダイヤモンド工業株式会社

大阪府堺市鳳北町2丁80番地

(72) 発明者 小畠 一志

大阪府堺市鳳北町2丁80番地 大阪ダイヤモンド工業株式会社内

(72) 発明者 原 昭夫

大阪府堺市鳳北町2丁80番地 大阪ダイヤモンド工業株式会社内

(72) 発明者 吉永 実樹

大阪府堺市鳳北町2丁80番地 大阪ダイヤモンド工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青木 秀實 (外1名)

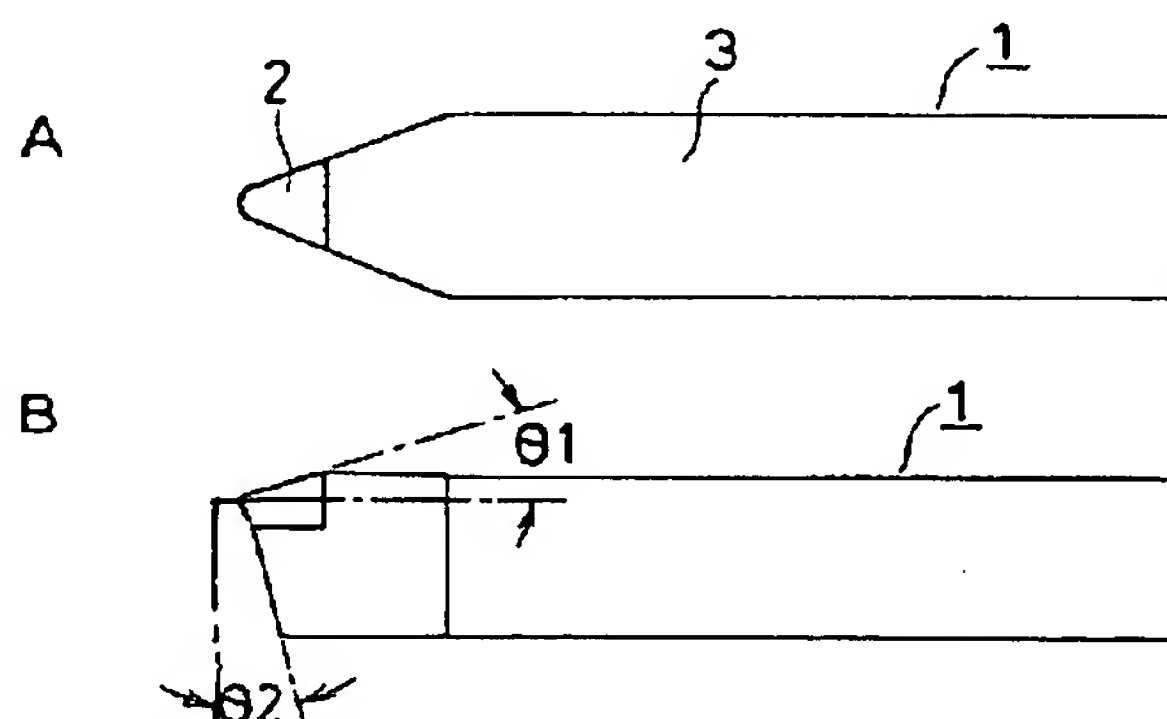
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 延性難削材用の切削工具並びに切削法

(57) 【要約】

【課題】 ハイシリコンアルミニウム、ニレジスト鋳鉄などの難削材を、高品質で効率よく切削加工できる工具並びに切削法を提供する。

【解決手段】 単結晶ダイヤモンドで形成された刃部のすくい面が、すくい角 $-25^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ となるように工具本体に固定されてなることを特徴とする切削工具を用いる。また切削速度を $1000\text{ m/min}$ 以上、好ましくは $2000\text{ m/min}$ 以上の高速度で行うことも今一つの特徴である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶ダイヤモンドで形成された刃部のすくい面が、すくい角 $-2.5^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ となるように工具本体に固定されてなることを特徴とする難削材用の切削工具。

【請求項2】 難削材の被削面を、単結晶ダイヤモンドにより形成された刃部により、すくい角 $-10^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ 、切削速度 $1000\text{m}/\text{min}$ 以上で切削することを特徴とする難削材の切削法。

【請求項3】 不純物量が $10^2\text{ppm}$ 以下の人造単結晶ダイヤモンドで形成された刃部であって、該刃部のすくい面はそのすくい角が $-2.5^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ となるように工具本体に固定されてなることを特徴とする難削材用の切削工具。

【請求項4】 難削材の被削面を、不純物量が $10^2\text{ppm}$ 以下の人造単結晶ダイヤモンドによって形成された刃部により、すくい角 $-10^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ 、切削速度 $1000\text{m}/\text{min}$ 以上で切削することを特徴とする難削材の切削法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハイシリコンアルミニウム、ニレジスト鋳鉄、銅溶接乃至溶射体、MMC（SiC繊維強化アルミニウム、SiC強化金属など）、鉄系焼結体、ニッケル多孔体、FRP（繊維強化プラスチック）、シリコン結晶体、ゲルマニウム結晶体などの難削材の切削に用いられる工具並びにその切削法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車のエンジン廻りやコンプレッサー部品などに、ハイシリコンアルミニウム、MMCのような難削材が多く用いられている。これらの切削加工には、超硬工具による荒加工やダイヤモンド工具による中、仕上げ加工が知られている。

【0003】ダイヤモンド工具としては天然の単結晶ダイヤモンドが試用されたこともあるが、切れ味はよいものの切れ刃のチッピングが激しく、多結晶ダイヤモンドが実用されている。

【0004】上記何れのダイヤモンドを使用する場合においても、刃部のすくい角は $0^{\circ}$ から $5^{\circ}$ 前後で、切削速度は $500\text{m}/\text{min}$ 程度とされている。これは $5^{\circ}$ 前後のすくい角が切れ味が良く、また切削速度については、多結晶ダイヤモンドの場合はチッピングは少ないが耐摩耗性に劣り、結局単結晶ダイヤモンドにおいても多結晶ダイヤモンドにおいても高速切削すると切れ刃の寿命がより短くなるので、 $500\text{m}/\text{min}$ 程度までが適当とされていたわけである。なお、Si、Geの結晶体の切削加工においては、 $-20^{\circ}$ 程度のネガティブすくい角が用いられることも時にあるが、それ以上のネガティブ角で使用されることはなかった。また $1000\text{m}/$

$\text{min}$ 以上の切削速度で可能となることも知られていない。特に延性の難削材においてはこのような大きなネガティブなすくい角は使用されていない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】自動車部品その他において、軽量、耐熱性、強度、耐薬品性などの面より、前記ハイシリコンアルミニウム、MMCなどの複合材料の使用が増加しつつある。しかし、これら材料は何れも延性の難削材で、前記のように効率的な切削加工が出来ず、切削加工面の精度も上げにくく、これの改善が求められている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記のような課題を解決しようとするもので、試作研究の結果特定の刃部材料、刃部形状を備えれば、従来不可能視されていた $1000\text{m}/\text{min}$ を超え、好ましくは $2000\text{m}/\text{min}$ 乃至 $6000\text{m}/\text{min}$ 程度の高速切削加工が実用的に可能なことに着目し得たものである。

【0007】即ち単結晶ダイヤモンドにより刃部を形成する場合、そのチッピングを防ぐためすくい角を従来のポジティブと逆に $-2.5^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ と、大きくネガティブとすることを第1の特徴とする。当然切削抵抗はポジティブより増加するが、切削速度を $1000\text{m}/\text{min}$ 以上の高速、好ましくは $2000\text{m}/\text{min}$ 乃至 $6000\text{m}/\text{min}$ にすると切削抵抗が減じ、実用的に切削加工を持続することができる。このような高速で難削材を切削加工するのに有効なすくい角度は $-10^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ 好ましくは $-20^{\circ}$ 乃至 $-45^{\circ}$ である。

【0008】また上記単結晶ダイヤモンドとしては、天然ダイヤモンドに比し品質のバラツキが小さく、窒素などの不純物量が $10^2\text{ppm}$ 以下と少なく、結晶方向が整い強度、熱伝導性に秀れた人造ダイヤモンドを用いることが好ましい。また刃部のすくい面を、該ダイヤモンドの110面の耐摩方向が切削方向と一致する面によって形成すると、切れ刃寿命が最も長く、安定した切削加工を行うことができる。所定のすくい角は、刃部の刃先角形成時に概ね定まるが、最終的には刃部をろうづけなどで固着した工具の切削装置への取付けにより決定、維持される。

## 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の具体的な実施の形態については、実施例の項において説明する。

## 【0010】

【実施例】（実施例1）図1A及びBは、試験に用いた直剣バイト1の概略を示す平面図及び側面図で、不純物としてのNが $0.5\sim 10^2\text{ppm}$ のIb型の人造単結晶ダイヤモンド（住友電気工業株式会社製、登録商標スミクリスタル）で形成された刃部2が、鋼製のシャンク3にろう付け固定されている。刃部2の先端角は $55^{\circ}$ 、刃先アールは $0.8\text{mm}$ 、逃げ角 $\theta_2$ は $7^{\circ}$ で、すくい

角 $\theta 1$ は表1に示すように $0^\circ$  から $-60^\circ$  の各種のも  
のを試作した。 \* 【0011】  
\* 【表1】

切削速度 m/min	切削距離 km	逃げ面摩耗 $\mu\text{m}$					
		すくい角 $^\circ$					
		0	-5	-10	-20	-40	-60
3000	10	3 (欠け)	1.5	1	0	0	0
	20		4.5	3	2.5	2	1
	30		8.6	5	4	3	2
	40				5.5	4	3.5
4000	10		1.5	1	0	0	0
	20		5	4	0.5	0.3	0
	30		10	6	1	0.5	0.3
	40				2	0.8	0.5
	50				4	1.2	0.7
6000	10		1.5	1	0	0	0
	20		6 (欠け)	5	0.5	0.3	0.1
	30			8	1.2	0.5	0.3
	40			12	2.5	1	0.5
	50			22	3	2	1

【0012】上記直剣バイトを用いて、図2に示すよう  
に直径Dが100mmで、その外周円周方向に10mm  
間隔で幅5mmの溝Cを設けたハイシリコンアルミニウ  
ム合金 (A390, Si:18wt%) 材4の断続切削  
試験を行った結果を表1に示す。なお切削条件は、切込  
0.1mm、送り量0.05mm/revで、切削速度  
は同表に示す3種により、それぞれにおける逃げ面摩耗  
量を測定した。

【0013】表1により、切削速度が3000m/min  
~6000m/minにおいて、すくい角 $-10^\circ$  ~  
 $-60^\circ$  で切り刃の欠けも発生せず、逃げ面摩耗も少な  
いことが判る。なお比較のため、市販の多結晶ダイヤモ  
ンドですくい角 $-5^\circ$  の刃部2を形成し、切削速度30  
00m/minで断続切削を行ったところ、逃げ面摩耗  
は20 $\mu\text{m}$ であった。また上記試作において、すくい角※

20※ $-20^\circ$ 、 $-40^\circ$  ですくい面を110面の耐摩方向が  
切削方向と一致するように形成したものも試験したが、  
このものはクレーター摩耗も殆どなく、材料と工数節約  
のためすくい面を110面に特定しなかった他の試作品  
より切れ味が秀れ、長寿命と判断された。

【0014】(実施例2) 実施例1と同様な人造単結晶  
ダイヤモンドを用い、刃部2の先端角 $60^\circ$ 、刃先アー  
ル0.5mm、逃げ面 $11^\circ$ とした直剣バイト1によ  
り、図3に示すような、直径Dが80mmで、その外周  
を軸方向に4分割する幅10mmの溝Cを設けたニッケ  
ル発砲金属材5の断続切断試験を行った。なお刃部2の  
すくい角並びに切削速度は表2に示す通りで、切込みは  
0.1mm、送り量は0.05mm/minとした。

【0015】

【表2】

切削速度 m/min	切削距離 km				
	すくい角 $^\circ$				
	-5	-10	-20	-40	-60
500	20	8	7	5	4
1000	8	13	25	30	25
3000	2	5	42	50	70
6000	0.5	1	45	80	93

【0016】上記切削試験の結果の良否は切削面にツール  
マークの乱れまたはムシレが発生する迄の切削距離の  
長短をもって判断した。その結果を同表に示す。

【0017】(実施例3) 実施例1と同様な人造単結晶  
ダイヤモンドを刃部6として用いた、図4に示す正面フ  
ライス7により、長さ200mm、幅100mmのハイ  
シリコンアルミニウム合金 (A390, Si:18wt  
%) の角材8の平面切削を行なった。正面フライス7の

外径は100mmで、刃数4の刃部6の構成は、刃長L  
が2mmで、その面取り9は0.8~1 $\mu\text{m}$ 、コーナ  
角 $10^\circ$ 、11はそれぞれ $60^\circ$ 、 $25^\circ$ 、逃げ面 $\theta 2$ は  
 $5^\circ$ である。すくい角 $\theta 1$ 、切削速度は表3に示す通り  
で、その送り速度は0.2mm/刃、切込みは0.5mm  
である。

【0018】

【表3】



切削速度 m/min	切 削 パ ス 回 数				
	す く い 角 °				
	5	-5	-10	-30	-40
1000	2	50 以上	50 以上	50 以上	50 以上
3000	1	25	30	47	50 以上
5000		8	10	30	50 以上

【0019】表3における切削パス回数とは、正面フライス7が角材8の上面を回転しながら矢印のように左から右に移って切込み量12が0.5mmで平面切削する作業を1回とし、これが終ると正面フライス7を角材8より離してもとの位置に戻して、再び平面切削の作業を行なう。この平面切削の作業を、刃部に欠けを生ずることなく行なえた回数のことである。

【0020】（作用）一般的に、すくい角はポジティブの角度が大きい程、切削抵抗が少なくなるが、反面刃先強度が弱くなり、かつダイヤモンドの熱伝導度も絶対値が低下するので、刃先の温度が上昇し寿命を縮めることとなる。逆に上記各実施例に示すような、ネガティブのすくい角とすると、それが大きい程刃先強度は大となるが、切削抵抗も共に大となる。然し乍ら、この切削抵抗の増加は切削速度の選択により、更に変化する。

【0021】即ち、実施例2において、切削抵抗（背分力kgf）は、すくい角 $-40^{\circ}$ で、切削速度が500～5000m/minの間は2.1～1.71kgfと、切削速度が早くなるに従って小さくなる傾向にあったが、6000m/minを超えると2.5kgfと急激に大きくなり始めた。

【0022】すくい角 $-5^{\circ}$ 、 $-10^{\circ}$ では、刃先強度の関係からか、500～1000m/minの切削速度が適するようであるが、 $-20^{\circ}$ を超えるネガティブのすくい角によるときは、1000m/min以上好ましくは2000m/min以上の高速切削における切削距離が長く、効率的な切削ができる。

【0023】前記実施例1におけるIb型の人造単結晶ダイヤモンドにかえて、Nが1ppm以下のIIa型の人造単結晶ダイヤモンド（住友電気工業株式会社製登録商標スミクリスタルタイプII）を刃部に用いた直剣バイトについても切削試験を行ったが、切れ味、寿命は実施例1と同様な傾向を示した。

【0024】上記実施例や試験例に用いた人造単結晶ダイヤモンドは、不純物（N）量が少なく、その強度は25GPA前後で、ほぼ天然ダイヤモンドの最高値に相当する値を示していたので上記のような結果が得られたとも考えられる。

【0025】然し乍ら、一般に単結晶ダイヤモンドにより形成された刃部は、非常に硬いが、一面脆く、切削抵抗の増大による切削中の振動が切り刃にとって大きな弊

害ともなり、高い仕上面が得にくくなるし、切削設備の剛性にも関わるが、上記切削抵抗の著しく大となる6000m/min程度までが、大きなネガティブすくい角による有効な切削速度と考えられる。

【0026】また実施例や試験例においては、不純物の少ない人造の単結晶ダイヤモンドの、特定の結晶方位をもってすくい面を形成したものによって、断続切削するものについて示したが、他の単結晶ダイヤモンドや、単結晶方位を特定しないで用いることも可能である。勿論連続切削がより容易にできることは言うまでもない。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、従来困難であった難削材の高品質な切削加工を、高速度で連続して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】A及びBは実施例の直剣バイトの概略を示す平面図及び側面図である。

【図2】被削材と切削法の概略を示す斜視図である。

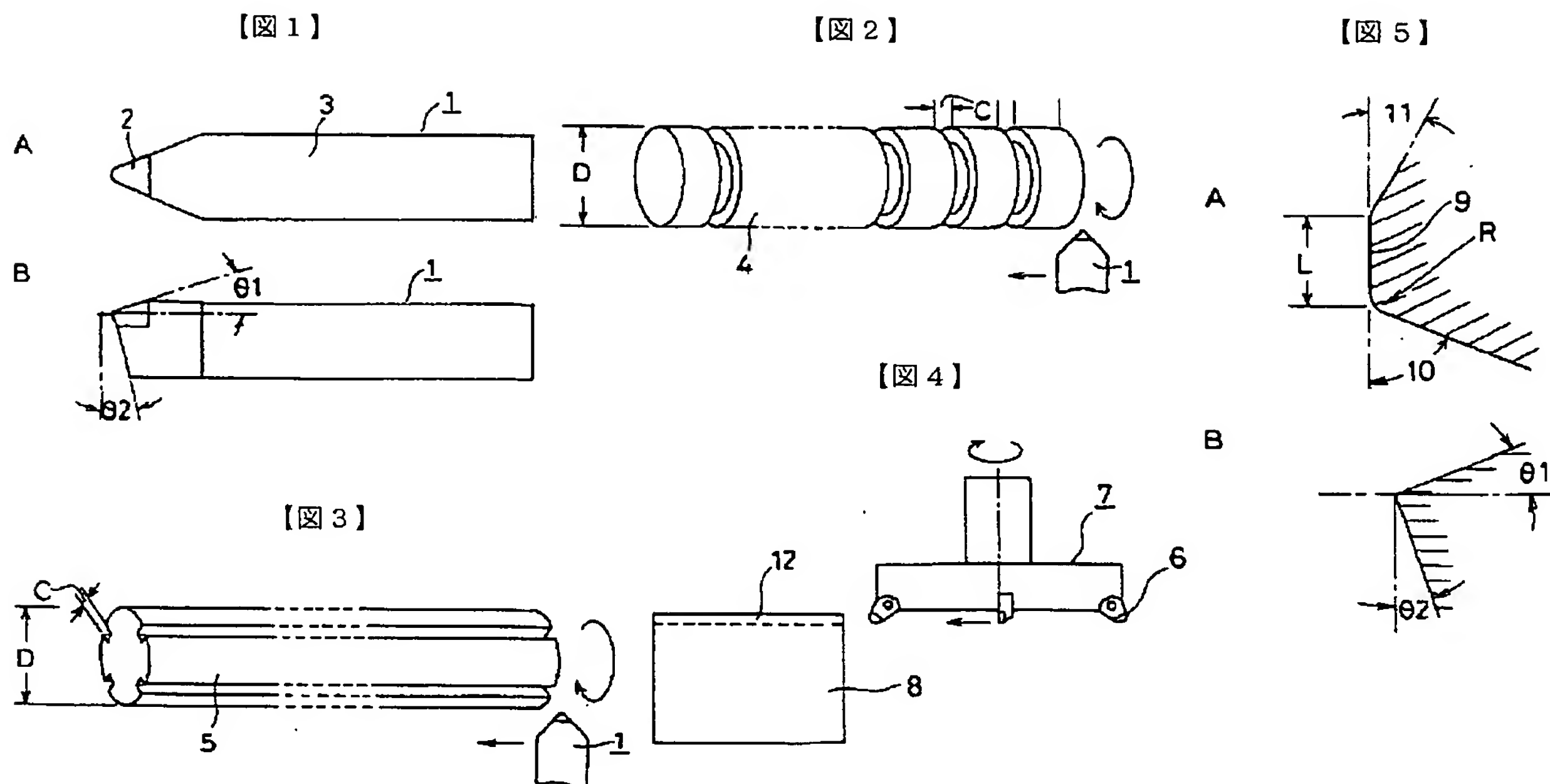
【図3】被削材と切削法の概略を示す斜視図である。

【図4】被削材と切削法の概略を示す側面図である。

【図5】A及びBは、図4の正面フライスの刃部の平面図及び側面図である。

【符号の説明】

- 1 直剣バイト
- 2 刃部
- 3 シャンク
- 4 ハイシリコンアルミニウム合金材
- 5 ニッケル発泡金属材
- 6 正面フライスの刃部
- 7 正面フライス
- 8 ハイシリコンアルミニウム合金の角材
- 9 6の面取り
- 10 6のコーナー角
- 11 6のコーナー角
- 12 切込み量
- $\theta 1$  すくい角
- $\theta 2$  逃げ角
- C 溝
- D 直径
- L 刃長



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年5月25日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】延性難削材用の切削工具並びに切削法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶ダイヤモンドで形成された刃部のすくい面が、すくい角は $-25^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ となるように工具本体に固定されてなることを特徴とする延性難削材用の切削工具。

【請求項2】 延性難削材の被削面を、単結晶ダイヤモンドにより形成された刃部により、すくい角 $-10^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ 、切削速度 $1000\text{m}/\text{min}$ 以上で切削することを特徴とする延性難削材の切削法。

【請求項3】 不純物量が $10^2\text{ppm}$ 以下の人造単結晶ダイヤモンドで形成されたを特徴とする請求項1記載の延性難削材用の切削工具。

【請求項4】 延性難削材の被削面を、不純物量が $10^2\text{ppm}$ 以下の人造単結晶ダイヤモンドによって形成されたことを特徴とする請求項2記載の延性難削材の切削法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハイシリコンアルミニウム、銅溶接乃至溶射体、MMC（SiC繊維強化アルミニウム、SiC強化金属など）、鉄系焼結体、ニッケル多孔体、FRP（繊維強化プラスチック）などの延性難削材の切削に用いられる工具並びにその切削法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車のエンジン廻りやコンプレッサ部品などに、ハイシリコンアルミニウム、MMCのような延性難削材が多く用いられている。これらの切削加工には、超硬工具による荒加工やダイヤモンド工具による中、仕上げ加工が知られている。

【0003】ダイヤモンド工具としては天然の単結晶ダイヤモンドが試用されたこともあるが、切れ味はよいものの切れ刃のチッピングが激しく、多結晶ダイヤモンドが実用されている。

【0004】上記何れのダイヤモンドを使用する場合においても、刃部のすくい角は $0^{\circ}$ から $5^{\circ}$ 前後で、切削速度は $500\text{m}/\text{min}$ 程度とされている。これは $5^{\circ}$ 前後のすくい角が切れ味が良く、また切削速度については、多結晶ダイヤモンドの場合はチッピングは少ないが耐摩耗性に劣り、結局単結晶ダイヤモンドにおいても多結晶ダイヤモンドにおいても高速切削すると切れ刃の寿命がより短くなるので、 $500\text{m}/\text{min}$ 程度までが適当とされていたわけである。なお、Si、Geの結晶体の切削加工においては、 $-20^{\circ}$ 程度のネガティブすく

い角が用いられることも時にあるが、それ以上のネガティブ角で使用されることはなかった。また1000m/min以上の切削速度で可能となることも知られていない。特に延性の難削材においてはこのような大きなネガティブなすくい角は使用されていない。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】自動車部品その他において、軽量、耐熱性、強度、耐薬品性などの面より、前記ハイシリコンアルミニウム、MMCなどの複合材料の使用が増加しつつある。しかし、これら材料は何れも延性の難削材で、前記のように効率的な切削加工が出来ず、切削加工面の精度も上げにくく、これの改善が求められている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記のような課題を解決しようとするもので、試作研究の結果特定の刃部材料、刃部形状を備えれば、従来不可能視されていた1000m/minを超え、好ましくは2000m/min乃至6000m/min程度の高速切削加工が実用的に可能なことに着目し得たものである。

【0007】即ち単結晶ダイヤモンドにより刃部を形成する場合、そのチップングを防ぐためすくい角を従来のポジティブと逆に $-25^{\circ}$ 乃至 $-60^{\circ}$ と、大きくネガティブとすることを第1の特徴とする。当然切削抵抗はポジティブより増加するが、切削速度を1000m/min以上の高速、好ましくは2000m/min乃至6000m/minにすると切削抵抗が減じ、実用的に切削加工を持続することができる。このような高速で延性難削材を切削加工するのに有効なすくい角度は $-10^{\circ}$ ＊

＊乃至 $-60^{\circ}$  好ましくは $-20^{\circ}$  乃至 $-45^{\circ}$  である。

【0008】また上記単結晶ダイヤモンドとしては、天然ダイヤモンドに比し品質のバラツキが小さく、窒素などの不純物量が $10^2$ ppm以下と少なく、結晶方向が整い強度、熱伝導性に秀れた人造ダイヤモンドを用いることが好ましい。また刃部のすくい面を、該ダイヤモンドの110面の耐摩方向が切削方向と一致する面によって形成すると、切れ刃寿命が最も長く、安定した切削加工を行うことができる。所定のすくい角は、刃部の刃先角形成時に概ね定まるが、最終的には刃部をろうづけなどで固着した工具の切削装置への取付けにより決定、維持される。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の具体的な実施の形態については、実施例の項において説明する。

#### 【0010】

【実施例】（実施例1）図1A及びBは、試験に用いた直剣バイト1の概略を示す平面図及び側面図で、不純物としてのNが $0.5 \sim 10^2$ ppmのI<sub>b</sub>型の人造単結晶ダイヤモンド（住友電気工業株式会社製、登録商標スミクリスタル）で形成された刃部2が、鋼製のシャンク3にろう付け固定されている。刃部2の先端角は $55^{\circ}$ 、刃先アールは0.8mm、逃げ角 $\theta_2$ は $7^{\circ}$ で、すくい角 $\theta_1$ は表1に示すように $0^{\circ}$ から $-60^{\circ}$ の各種のものを試作した。

#### 【0011】

##### 【表1】

切削速度 m/min	切削距離 km	逃げ面摩耗 $\mu\text{m}$					
		すくい角 $^{\circ}$					
		0	-5	-10	-20	-40	-60
3000	10	3 (欠け)	1.5	1	0	0	0
	20		4.5	3	2.5	2	1
	30		8.6	5	4	3	2
	40				5.5	4	3.5
4000	10		1.5	1	0	0	0
	20		5	4	0.5	0.3	0
	30		10	6	1	0.5	0.3
	40				2	0.8	0.5
	50				4	1.2	0.7
6000	10		1.5	1	0	0	0
	20		6 (欠け)	5	0.5	0.3	0.1
	30			8	1.2	0.5	0.3
	40			12	2.5	1	0.5
	50			22	3	2	1

【0012】上記直剣バイトを用いて、図2に示すように直径Dが100mmで、その外周円周方向に10mm間隔で幅5mmの溝Cを設けたハイシリコンアルミニウム合金（A390, Si:18wt%）材4の断続切削試験を行った結果を表1に示す。なお切削条件は、切込0.1mm、送り量0.05mm/revで、切削速度

は同表に示す3種により、それぞれにおける逃げ面摩耗量を測定した。

【0013】表1により、切削速度が3000m/min～6000m/minにおいて、すくい角 $-10^{\circ}$ ～ $-60^{\circ}$ で切り刃の欠けも発生せず、逃げ面摩耗も少ないことが判る。なお比較のため、市販の多結晶ダイヤモ



ンドですくい角 $-5^{\circ}$ の刃部2を形成し、切削速度 $3000\text{ m/min}$ で断続切削を行ったところ、逃げ面摩耗は $20\mu\text{m}$ であった。また上記試作において、すくい角 $-25^{\circ}$ 、 $-40^{\circ}$ ですくい面を110面の耐摩方向が切削方向と一致するように形成したのもも試験したが、このものはクレーター摩耗も殆どなく、材料と工数節約のためすくい面を110面に特定しなかった他の試作品より切れ味が秀れ、長寿命と判断された。

【0014】（実施例2）実施例1と同様な人造単結晶ダイヤモンドを用い、刃部2の先端角 $60^{\circ}$ 、刃先アー\*

\*ル $0.5\text{ mm}$ 、逃げ面 $11^{\circ}$ とした直剣バイト1により、図3に示すような、直径 $D$ が $80\text{ mm}$ で、その外周を軸方向に4分割する幅 $10\text{ mm}$ の溝 $C$ を設けたニッケル発砲金属材5の断続切断試験を行った。なお刃部2のすくい角並びに切削速度は表2に示す通りで、切込みは $0.1\text{ mm}$ 、送り量は $0.05\text{ mm/min}$ とした。

【0015】

【表2】

切削速度 m/min	切 削 距 離    k m				
	す    く    い   角 $^{\circ}$				
	$-5$	$-10$	$-20$	$-40$	$-60$
500	20	8	7	5	4
1000	8	13	25	30	25
3000	2	5	42	50	70
6000	0.5	1	45	80	93

【0016】上記切削試験の結果の良否は切削面にツールマークの乱れまたはムシレが発生する迄の切削距離の長短をもって判断した。その結果を同表に示す。

【0017】（実施例3）実施例1と同様な人造単結晶ダイヤモンドを刃部6として用いた、図4に示す正面フライス7により、長さ $200\text{ mm}$ 、幅 $100\text{ mm}$ のハイシリコンアルミニウム合金（A390，Si：18wt%）の角材8の平面切削を行なった。正面フライス7の外径は $100\text{ mm}$ で、刃数4の刃部6の構成は、刃長 $L$ ※

※が $2\text{ mm}$ で、その面取り9は $0.8\sim 1\mu\text{m}$ 、コーナー角 $10$ 、 $11$ はそれぞれ $60^{\circ}$ 、 $25^{\circ}$ 、逃げ面 $\theta 2$ は $5^{\circ}$ である。すくい角 $\theta 1$ 、切削速度は表3に示す通りで、その送り速度は $0.2\text{ mm/刃}$ 、切込は $0.5\text{ mm}$ である。

【0018】

【表3】

切削速度 m/min	切 削 パ ス 回 数				
	す    く    い   角 $^{\circ}$				
	5	$-5$	$-10$	$-30$	$-40$
1000	2	50 以上	50 以上	50 以上	50 以上
3000	1	25	30	47	50 以上
5000		8	10	30	50 以上

【0019】表3における切削パス回数とは、正面フライス7が角材8の上面を回転しながら矢印のように左から右に移って切込み量 $12$ が $0.5\text{ mm}$ で平面切削する作業を1回とし、これが終ると正面フライス7を角材8より離してもとの位置に戻して、再び平面切削の作業を行なう。この平面切削の作業を、刃部に欠けを生ずることなく行なえた回数のことである。

【0020】（作用）一般的に、すくい角はポジティブの角度が大きい程、切削抵抗が少なくなるが、反面刃先強度が弱くなり、かつダイヤモンドの熱伝導度も絶対値が低下するので、刃先の温度が上昇し寿命を縮めることとなる。逆に上記各実施例に示すような、ネガティブのすくい角とすると、それが大きい程刃先強度は大となる

が、切削抵抗も共に大となる。然し乍ら、この切削抵抗の増加は切削速度の選択により、更に変化する。

【0021】即ち、実施例2において、切削抵抗（背分力?kgf）は、すくい角 $-40^{\circ}$ で、切削速度が $500\sim 5000\text{ m/min}$ の間は $2.1\sim 1.71\text{ kgf}$ と、切削速度が早くなるに従って小さくなる傾向にあったが、 $6000\text{ m/min}$ を超えると $2.5\text{ kgf}$ と急激に大きくなり始めた。

【0022】すくい角 $-5^{\circ}$ 、 $-10^{\circ}$ では、刃先強度の関係からか、 $500\sim 1000\text{ m/min}$ の切削速度が適するようであるが、 $-20^{\circ}$ を超えるネガティブのすくい角によるときは、 $1000\text{ m/min}$ 以上好ましくは $2000\text{ m/min}$ 以上の高速切削における切削距

離が長く、効率的な切削ができる。

【0023】前記実施例1におけるI<sub>b</sub>型の人造単結晶ダイヤモンドにかえて、Nが1ppm以下のI<sub>Ia</sub>型の人造単結晶ダイヤモンド（住友電気工業株式会社製登録商標スミクリスタルタイプII）を刃部に用いた直剣バイトについても切削試験を行ったが、切れ味、寿命は実施例1と同様な傾向を示した。

【0024】上記実施例や試験例に用いた人造単結晶ダイヤモンドは、不純物（N）量が少なく、その強度は25GPA前後で、ほぼ天然ダイヤモンドの最高値に相当する値を示していたので上記のような結果が得られたとも考えられる。

【0025】然し乍ら、一般に単結晶ダイヤモンドにより形成された刃部は、非常に硬いが、一面脆く、切削抵抗の増大による切削中の振動が切り刃にとって大きな弊害ともなり、高い仕上面が得にくくなるし、切削設備の剛性にも関わるが、上記切削抵抗の著しく大となる6000m/min程度までが、大きなネガティブすくい角による有効な切削速度と考えられる。

【0026】また実施例や試験例においては、不純物の少ない人造の単結晶ダイヤモンドの、特定の結晶方位をもってすくい面を形成したものによって、断続切削するものについて示したが、他の単結晶ダイヤモンドや、単結晶方位を特定しないで用いることも可能である。勿論連続切削がより容易にできることは言うまでもない。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、従来困難であった延性難削材の高品質な切削加工を、高速度で連続して行うこ

とができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】A及びBは実施例の直剣バイトの概略を示す平面図及び側面図である。

【図2】被削材と切削法の概略を示す斜視図である。

【図3】被削材と切削法の概略を示す斜視図である。

【図4】被削材と切削法の概略を示す側面図である。

【図5】A及びBは、図4の正面フライスの刃部の平面図及び側面図である。

【符号の説明】

- 1 直剣バイト
- 2 刃部
- 3 シャンク
- 4 ハイシリコンアルミニウム合金材
- 5 ニッケル発泡金属材
- 6 正面フライスの刃部
- 7 正面フライス
- 8 ハイシリコンアルミニウム合金の角材
- 9 6の面取り
- 10 6のコーナ一角
- 11 6のコーナ一角
- 12 切込み量
- $\theta 1$  すくい角
- $\theta 2$  逃げ角
- C 溝
- D 直径
- L 刃長

---

フロントページの続き

(72) 発明者 島岡 宏行

大阪府堺市鳳北町2丁80番地 大阪ダイヤモンド工業株式会社内